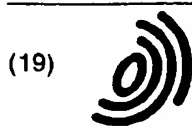


**Method of controlling power in a telecommunication system**

Patent Number: ☐ [US2001053670](#)  
Publication date: 2001-12-20  
Inventor(s): VOYER NICOLAS (FR)  
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
Requested Patent: ☐ [EP1148658](#)  
Application: US20010813217 20010321  
Priority Number(s): FR20000005217 20000419  
IPC Classification: H04B1/00  
EC Classification: [H04B7/005B2P](#)  
Equivalents: ☐ [FR2808153](#), ☐ [JP2001358649](#)

**Abstract**

The invention consist in a simulation method for the resolution of the power control convergence problem. The power to be transmitted by each mobile station and each base station to assure a proper QoS in the system are computed in an iterative way. At each iterative step, the powers to be received are derived from the level of interference received at the previous iterative step by each network element. Once this is done for each network element, the interference levels are then refreshed. The iterations stop when the biggest gap between estimated and observed interference levels is below a given threshold. Another method of the invention consists in deriving in one step all the power levels to be transmitted by one base station towards many users, assuming a given stable extra-cell interference level. In addition, the invention includes a method for taking the dynamic range of power control in both uplink and downlink, and a method for simulation of power control while in the soft handover. Thanks to the methods described in the invention, the computationnal complexity of the resolution of the power control convergence problem in CDMA cellular network is drastically reduced. Another feature of the invention consists in a reduced complexity when cascading successive static simulations. The invention is thus optimised for dynamic simulation



Eur päisches Patentamt  
Europ an Patent Office  
Offic eur péen des brevets



(11) EP 1 148 658 A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
24.10.2001 Bulletin 2001/43

(51) Int Cl.7: H04B 7/005

(21) Numéro de dépôt: 01400995.5

(22) Date de dépôt: 18.04.2001

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Etats d'extension désignés:  
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: Voyer, Nicolas  
35700 Rennes (FR)

(74) Mandataire: Maillet, Alain  
SCP Le Guen & Maillet,  
5, Place Newquay,  
B.P. 70250  
35802 Dinard Cedex (FR)

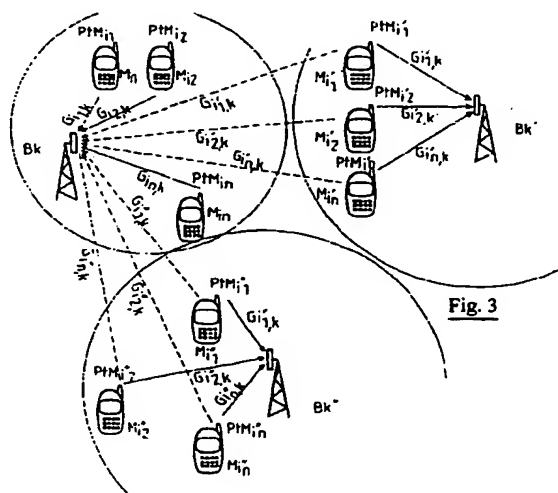
(30) Priorité: 19.04.2000 FR 0005217

(71) Demandeur: Mitsubishi Electric Information  
Technology Centre Europe B.V.  
1101 AG Amsterdam Zuidoost (NL)

(54) Méthode de contrôle de puissance dans un système de télécommunication

(57) L'invention concerne une méthode de contrôle de puissance de signaux montants dans un système de télécommunication cellulaire à accès multiple par répartition de code comprenant une pluralité de stations de base  $B_k$  servant respectivement des cellules  $C_k$  ainsi qu'une pluralité de stations mobiles  $M_i$ , chaque station mobile  $M_i$  étant servie par au moins une station de base  $B_f(i)$ , chaque liaison montante entre une station mobile  $M_i$  et la station de base  $B_f(i)$  étant perturbée par un bruit comprenant une interférence extra-cellulaire générée par les signaux montants de stations mobiles situées à l'extérieur de la cellule  $C_f(i)$  et une interférence intra-cellulaire générée par les signaux montants de stations mobiles  $M_j$ ,  $j \neq i$ , situées à l'intérieur de la cellule  $C_f(i)$ .

L'invention concerne également une méthode de contrôle de puissance de signaux descendants dans un système de télécommunication cellulaire à accès multiple par répartition de code comprenant une pluralité de stations de base  $B_k$  servant respectivement des cellules  $C_k$  ainsi qu'une pluralité de stations mobiles  $M_i$ , chaque station mobile  $M_i$  étant servie par au moins une station de base  $B_f(i)$ , chaque liaison descendante entre la station de base  $B_f(i)$  et une station mobile  $M_i$  étant perturbée par un bruit  $\text{lext\_down}_i$  comprenant une interférence extra-cellulaire générée par les signaux descendants de stations de base  $B_k$ ,  $k \neq f(i)$  et une interférence intra-cellulaire générée par les signaux descendants de la station de base  $B_f(i)$  à destination de stations mobiles  $M_j$ ,  $j \neq i$ .



## Description

[0001] La présente invention concerne une méthode de contrôle de puissance dans un système de télécommunication comprenant une pluralité d'émetteurs  $E_i$  et une pluralité de récepteurs  $R_j$ , un canal de transmission  $L_{ij}$  entre un émetteur  $E_i$  et un récepteur  $R_j$  pouvant être perturbé par une transmission sur un canal  $L_{kl}$  ( $k, l \neq (i, j)$ ).

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement une méthode de contrôle de puissance de signaux montants ou de signaux descendants dans un système de télécommunication cellulaire à accès multiple par répartition de code.

[0003] Dans un système de télécommunication radiomobile de type à accès multiple par répartition de code (CDMA), les puissances de transmission de chacun des signaux émis (par les stations de base ou bien par les mobiles) doivent être ajustées afin que le niveau de rapport signal à bruit plus interférence atteigne exactement le niveau requis, fonction du débit de la liaison et de la qualité du signal souhaitée.

[0004] Pour un récepteur donné, le rapport signal à bruit plus interférence est défini comme étant égal au rapport entre le niveau de signal reçu avec le niveau de bruit de fond plus le niveau d'interférence totale reçue. Le niveau d'interférence reçue est alors égale à la somme des puissances reçues de chacun des émetteurs interférents.

[0005] Entre chaque émetteur et chaque récepteur, le canal de transmission atténue le signal transmis, si bien que le signal reçu a une puissance de réception égale à la puissance de transmission diminuée d'une atténuation propre au canal de transmission entre le transmetteur et le récepteur.

[0006] Dans le cas d'une liaison montante (up-link, reverse channel), c'est à dire dans le cas où une station mobile  $M_i$  transmet un signal à la station de base  $B_f(i)$  qui la sert, le rapport signal à bruit plus interférence peut s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_t M_i * G_{i,f(i)}}{N_0 + (1 - \eta) \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq f(i)}} P_t M_j * G_{j,f(i)} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq f(i)}} P_t M_j * G_{j,f(i)}} \quad (1)$$

où  $P_t M_i$  est la puissance de transmission du signal transmis par le mobile  $M_i$  ;

$\eta$  est le facteur de réduction d'interférence intracellulaire ;

$G_{i,k}$  est le coefficient d'atténuation du canal de transmission entre le mobile  $M_i$  et la station de base  $B_k$  ;

$f(i)$  est l'indice de la station de base servant le mobile  $M_i$  ;

$N_0$  est le niveau de puissance du bruit de fond.

[0007] Le second terme figurant au dénominateur de l'équation (1) représente l'interférence intra-cellulaire, interférence générée par les mobiles  $M_j$  servis par la même station de base  $B_f(i)$ . Le troisième terme figurant au dénominateur représente l'interférence extra-cellulaire, interférence générée par les mobiles  $M_j$  situés hors de la cellule  $C_f(i)$  servie par la station de base  $B_f(i)$ .

[0008] Dans le cas d'une liaison descendante (down-link, forward channel), c'est à dire dans le cas où un mobile  $M_i$  reçoit un signal de la station de base  $B_f(i)$  qui le sert, le rapport signal sur bruit plus interférence peut s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_t B_{f(i),i} * G_{i,f(i)}}{N_0 + \alpha (P_t B_{f(i)} - P_t B_{f(i),i}) G_{i,f(i)} + \sum_{k \neq f(i)} P_t B_k * G_{i,k}} \quad (2)$$

$$P_t B_k = P_{tc} B_k + \sum_{\forall i / f(i)=k} P_t B_{f(i),i}$$

où  $P_t B_{f(i),i}$  est la puissance de transmission du signal transmis de la station de base  $B_f(i)$  au mobile  $M_i$  ;

$P_{tc} B_k$  est la puissance des signaux communs transmis par la station de base  $B_k$  ;

$P_t B_k$  est le niveau de puissance totale ou composite transmis par la station de base  $B_k$  à tous les mobiles servis par elle ;

$G_{i,k}$  est le coefficient d'atténuation du canal de transmission entre la station de base  $B_k$  et le mobile  $M_i$ .

[0009] Le second terme figurant au dénominateur de l'équation (2) représente l'interférence intra-cellulaire, interférence due aux signaux transmis par la station de base  $B_f(i)$  aux mobiles qu'elle sert. Le troisième terme figurant au dénominateur de l'équation (2) représente l'interférence extra-cellulaire, interférence due aux signaux transmis par les stations de base autres que  $B_f(i)$ .

[0010] Le contrôle de puissance évoqué plus haut vise à rechercher les niveaux de puissance  $P_{tMi}$  (dans le cas de liaison montante) et  $P_{tBf(i),i}$  (dans le cas de liaison descendante) permettant d'atteindre les rapports signal sur bruit plus interférence requis pour les différentes liaisons entre mobiles et stations de base.

[0011] Il est connu, par exemple de l'article intitulé « Downlink power allocation and adjustments for CDMA cellular systems » de Dongwoo Kim publié dans IEEE Communications Letters, Vol. 1, n° 4, Juillet 97, de prévoir que chaque mobile mesure le niveau d'interférence qu'il reçoit et transmette cette information à la station de base qui le sert. Les différentes stations de base indiquent alors aux différents mobiles quels sont les niveaux de puissance de transmission qu'ils doivent respectivement utiliser afin d'atteindre le rapport signal sur bruit désiré. Ce type d'algorithme assure une convergence des niveaux de puissance de transmission sans qu'aucune entité n'ait à connaître tous les paramètres du système. Cependant, l'inconvénient majeur de ce type d'algorithme réside dans la nécessité, pour assurer sa convergence, de rafraîchir très fréquemment les valeurs de puissances de tous les émetteurs. Si tous les calculs doivent se faire dans une seule unité de calcul, cela suppose une masse conséquente de calculs à effectuer, qui rend en pratique la simulation précise de ce type de phénomènes inaccessible aux unités de calculs existantes.

[0012] En outre, cette complexité de calcul ne permet pas de suivre le comportement dynamique du système, lorsque des caractéristiques d'un canal de transmission sont modifiées au cours du temps.

[0013] Une approche alternative serait d'exprimer le problème de façon matricielle, en ayant une connaissance a priori de tous les paramètres du système. On peut alors en effet exprimer le problème sous la forme  $A \times P = B$  où  $P$  serait le vecteur des niveaux de puissance d'émission. Pour résoudre le problème il suffit donc de trouver la matrice  $A^{-1}$  inverse de  $A$  telle que  $A \cdot A^{-1} = I$ , la matrice identité. Alors, on peut obtenir le vecteur des puissances  $P$  selon :  $P = A^{-1} \cdot B$ .

[0014] Le problème de cette approche matricielle est qu'elle devient là aussi rapidement inutilisable dès lors qu'on a plusieurs centaines de stations de base ou quelques milliers de stations mobiles à traiter. En effet le problème d'inversion de matrice est un problème en  $N^3$ . L'approche matricielle n'est donc pas non plus indiquée ici.

[0015] Qui plus est, cette approche purement mathématique ne tient nullement compte des contraintes sur les puissances de transmission. Celles-ci doivent se situer en pratique entre une valeur de puissance maximale et une valeur de puissance minimale prédéterminées. Ainsi, l'inversion de matrice peut déboucher sur des valeurs de puissances trop importantes ou trop faibles, c'est-à-dire en dehors de la plage des valeurs acceptables.

[0016] Enfin, un traitement matriciel est inadapté au traitement du soft-handover. Le soft-handover est la faculté pour le réseau d'établir par exemple (cas d'une liaison montante) plusieurs liaisons simultanées entre une station mobile et plusieurs stations de base et de garantir ainsi une qualité globale de transmission en dépit de la défaillance d'une liaison élémentaire. Dans un tel cas, seule compte la somme des niveaux de rapport signal sur bruit plus interférence des signaux sur les liaisons concernées. Prendre en considération la somme de ces rapports revient à transformer un problème linéaire en un problème quadratique non susceptible d'être résolu par une simple méthode matricielle.

[0017] Le problème à la base de l'invention est celui du contrôle de puissance dans un système de télécommunication à pluralité d'émetteurs et pluralité de récepteurs ne nécessitant qu'un nombre de calculs raisonnable.

[0018] De manière plus spécifique, le problème à la base de l'invention est un contrôle de puissance d'émission de complexité réduite pour une liaison montante ou une liaison descendante de système de télécommunication cellulaire fonctionnant en accès multiple par répartition de code.

[0019] Selon un mode avantageux de réalisation de l'invention, le contrôle de puissance est rendu compatible avec le respect des plages de puissances de transmission.

[0020] Selon un autre mode avantageux de réalisation de l'invention, le contrôle de puissance est compatible avec un fonctionnement du système en mode soft-handover.

[0021] Selon un autre mode avantageux de réalisation de l'invention, le contrôle de puissance peut être effectué d'une manière dynamique pour suivre les variations des caractéristiques du système.

[0022] L'invention concerne également une méthode de contrôle de niveau de signaux d'émission dans un système de télécommunication comprenant une pluralité d'émetteurs  $E_i$  et une pluralité de récepteurs  $R_j$ , chaque récepteur  $R_j$  pouvant recevoir des signaux émis par un sous-ensemble  $S_j$  d'émetteurs et chaque canal de transmission  $L_{ij}$  entre un émetteur  $E_i$  et un récepteur  $R_j$  pouvant être perturbé par une transmission sur un canal quelconque  $L_{kl}$  avec  $(k,l) \neq (i,j)$ , la perturbation étant proportionnelle à la puissance  $E_{kl}$  transmise sur ce canal, le niveau de signal  $R_{ij}$  reçu par le récepteur  $R_j$  en provenance de l'émetteur  $E_i$  pouvant alors s'exprimer par :

$$R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + \sum_{k, j \neq i, j} G_{ki}^j E_{ki} + N_0$$

5 soit encore

$$R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + Ext_{i,j} + N_0$$

10 où  $G_{ij}$  est l'atténuation sur le canal  $L_{ij}$  et  
 $G_{ki}^j$  est le coefficient de couplage entre le canal  $L_{ki}$  et le canal  $L_{ij}$   
 $N_0$  est le bruit de fond  
 $Ext_{i,j}$  est l'interférence sur le canal  $L_{ij}$

15 la méthode étant caractérisée par les étapes suivantes :

- (a) initialisation des valeurs  $Ext_{i,j}$  à une valeur prédéterminée
- (b) calcul des valeurs  $E_{ij}$  permettant de garantir un rapport signal/bruit  $SNR_{ij}$  donné sur le canal  $L_{ij}$  étant donné les niveaux d'interférence  $Ext_{i,j}$  ;
- 20 (c) évaluation des niveaux d'interférence  $Ext_{i,j}$  sur les canaux  $L_{ij}$  en fonction des niveaux de puissance d'émission  $E_{kl}$  ;

les étapes (b) et (c) étant itérées tant que pour un canal quelconque  $L_{ij}$  l'écart entre deux niveaux d'interférence consécutifs  $Ext_{i,j}$  est supérieur à une valeur de seuil.

25 [0023] L'invention concerne encore une méthode de contrôle de niveau de signaux d'émission dans un système de télécommunication comprenant une pluralité d'émetteurs  $E_i$  et une pluralité de récepteurs  $R_j$ , chaque récepteur  $R_j$  pouvant recevoir des signaux émis par un sous-ensemble  $S_j$  d'émetteurs et chaque canal de transmission  $L_{ij}$  entre un émetteur  $E_i$  et un récepteur  $R_j$  pouvant être perturbé par une transmission sur un canal quelconque  $L_{kl}$  avec  $(k,l) \neq (i,j)$ , la perturbation étant proportionnelle à la puissance  $E_{kl}$  transmise sur ce canal, le niveau de signal  $E_{ij}$  reçu par le

30 récepteur  $R_j$  en provenance de l'émetteur  $E_i$  pouvant alors s'exprimer par

$$R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + \sum_{\substack{k \in S_j \\ (k,l) \neq (i,j)}} G_{ki}^j E_{ki} + \sum_{k \in S_j} G_{ki}^j E_{ki} + N_0$$

35

soit encore

40

$$R_{ij} = \left[ G_{ij} E_{ij} + \sum_{\substack{k \in S_j \\ (k,l) \neq (i,j)}} G_{ki}^j E_{ki} + N_0 \right] + Extra_{i,j}$$

45

où  $G_{ij}$  est l'atténuation sur le canal  $L_{ij}$   
et  $G_{ki}^j$  est le coefficient de couplage entre le canal  $L_{ki}$  et le canal  $L_{ij}$   
 $N_0$  est le niveau de puissance du bruit de fond  
 $Extra_{i,j}$  est l'interférence sur le canal  $L_{ij}$  due aux émetteurs hors de  $S_j$

50

la méthode étant caractérisée par les étapes suivantes :

- (a) initialisation des valeurs  $Extra_{i,j}$  à une valeur prédéterminée
- (b) calcul des valeurs  $E_{ij}$  permettant de garantir un rapport signal/bruit  $SNR_{ij}$  donné sur le canal  $L_{ij}$  étant donné les niveaux d'interférence  $Extra_{i,j}$  ;
- 55 (c) évaluation des niveaux d'interférence  $Extra_{i,j}$  sur les canaux  $L_{ij}$  en fonction des niveaux de puissance d'émission  $E_{kl}$  ;

les étapes (b) et (c) étant itérées tant que pour un canal quelconque  $L_{ij}$  l'écart entre deux niveaux d'interférence consécutifs  $Extra_{i,j}$  est supérieur à un seuil prédéterminé.

[0024] Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints, parmi lesquels:

la Fig. 1 représente des liaisons montantes entre des mobiles et une station de base isolée les servant;  
 la Fig. 2 représente des liaisons descendantes entre une station de base isolée et des mobiles qu'elle sert ;  
 la Fig. 3 représente un groupe de cellules adjacentes avec liaisons montantes interférentes ;  
 la Fig. 4 représente les étapes du procédé de contrôle de puissance selon l'invention dans le cas du système de la Fig. 3 ;  
 la Fig. 5 représente un groupe de cellules adjacentes avec liaisons descendantes interférentes ;  
 la Fig. 6 représente les étapes du procédé de contrôle de puissance selon l'invention dans le cas du système de la Fig. 5 ;  
 la Fig. 1 représente le cas d'une station de base isolée servant une pluralité de mobiles M1, M2, ..., Mi qui établissent avec cette dernière des liaisons montantes.

[0025] Le contrôle de puissance dans le cas unicellulaire revient à rechercher les puissances de transmission  $P_{tMi}$  des différents mobiles connaissant les rapports signal/bruit  $SNR_i$  requis pour les liaisons avec la station de base.

[0026] L'équation (1) peut alors s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_i}{N_o + (1 - \eta) \sum_{j \neq i} P_j}$$

$SNR_i$  = rapport signal à bruit du signal reçu par la station de base et émis par la station mobile  $M_i$  ;  
 $P_i = P_{tMi} \cdot G_{i,k}$  puissance reçue par la station de base du signal émis par la station mobile  $M_i$  ;  
 $\eta$  = facteur de réduction d'interférence intra-cellulaire.

[0027] Comme montré à l'annexe A, la solution à ce problème est donnée par :

$$P_i = \frac{SNR_i \cdot D_{Factor}}{1 + (1 - \eta) SNR_i} \quad (3)$$

avec

$$D_{Factor} = \frac{N_o}{1 - \sum_j \frac{1}{d_j}} \quad (4)$$

et

$$d_j = 1 + \frac{1}{SNR_j(1 - \eta)}$$

[0028] Les puissances de transmission des stations mobiles  $M_i$  sont alors données par :

$$P_{tMi} = \frac{P_i}{G_{i,k}}$$

[0029] La Fig. 2 représente le cas d'une station de base isolée servant une pluralité de mobiles M1, M2, ..., Mi et établissant avec ces derniers des liaisons descendantes.

[0030] Le contrôle de puissance dans le cas unicellulaire revient à rechercher les puissances de transmission  $P_{tBk}$ ,

i des signaux transmis par la station de base Bk aux différents mobiles Mi connaissant les rapports signal/bruit SNRi requis pour les liaisons descendantes.

[0031] L'équation (2) peut alors s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_{tB_k} \cdot G_{i,k}}{N_0 + \alpha(P_{tB_k} - P_{tB_{k,i}})G_{i,k}}$$

avec

$$P_{tB_k} = P_{tcB_k} + \sum_{\forall i / f(i)=k} P_{tB_{f(i),i}}$$

[0032] Si l'on connaît le niveau  $P_{tB_k}$  de puissance de transmission de la station de base, la solution s'écrit simplement :

$$P_{tB_{k,i}} = \frac{SNR_i}{1 + \alpha SNR_i} \frac{N_0 + \alpha P_{tB_k} \cdot G_{i,k}}{G_{i,k}} \quad (5)$$

[0033] La Fig. 3 illustre un système de télécommunication cellulaire composé d'une pluralité de cellules adjacentes; chaque station de base Bk servant une pluralité de mobiles Mi1, Mi2,... Mi1n,

[0034] Les liaisons considérées sont des liaisons montantes.

[0035] La station de base Bk reçoit des signaux utiles des différents mobiles Mi1, Mi2,..., Min qu'elle sert mais également des signaux interférents provenant des mobiles servis par d'autres stations de base.

[0036] L'invention part de la constatation que l'on peut ramener le cas de plusieurs stations de base adjacentes au cas de plusieurs stations de base isolées à condition de pouvoir apprécier pour chaque station de base le niveau d'interférence extracellulaire produit par les mobiles situés à l'extérieur de la cellule considérée.

[0037] En effet, si l'on suppose le niveau d'interférence extra-cellulaire connu pour chaque station de base, celui-ci s'ajoute au niveau de bruit de fond et l'on est ramené à la juxtaposition de N problèmes unicellulaires dont la solution a été décrite sous la Fig. 1.

[0038] Cependant, évaluer le niveau d'interférence extracellulaire pour une station de base nécessite de connaître les puissances de transmission des stations mobiles extérieures à la cellule, puissances qui elles-mêmes dépendent des niveaux d'interférence extra-cellulaire de leurs cellules servantes respectives et donc, en particulier, des puissances d'émission des mobiles de la cellule que l'on cherche précisément à déterminer.

[0039] La solution proposée par l'invention consiste à une détermination récursive du niveau d'interférence extra-cellulaire pour chaque cellule. A chaque itération, on utilise un niveau d'interférence extra-cellulaire estimé pour chaque station de base. Ce niveau est utilisé pour obtenir les puissances de transmission des stations mobiles servis par cette station de base, selon le procédé unicellulaire mentionné plus haut. Une fois toutes les stations traitées, l'interférence extra-cellulaire reçue par chaque cellule est à nouveau calculée à partir des puissances de transmission des stations mobiles se situant à l'extérieur de la cellule servie par ladite station. Ces étapes sont répétées tant que l'on observe une différence jugée excessive entre deux niveaux d'interférence extra-cellulaire consécutifs pour une même station de base.

[0040] La Fig. 4 illustre la méthode de détermination récursive du niveau d'interférence extra-cellulaire dans une liaison montante.

[0041] La méthode de détermination débute par une étape d'initialisation (10).

[0042] Le niveau d'interférence extra-cellulaire  $l_{extk}$  est initialisé pour chaque cellule k, par exemple à une valeur nulle ou à la valeur issue d'une précédente estimation :

$$\forall k, l_{ext\_oldk} = 0$$

[0043] Une marge est également définie préalablement pour paramétrer la précision de la méthode récursive. La réduction de cette marge aura pour effet d'augmenter la fréquence d'itération et d'améliorer la précision de la convergence. La différence entre deux niveaux d'interférence extra-cellulaire devra être rendue être inférieure à cette marge. La différence de deux niveaux consécutifs d'interférence extra-cellulaire est initialisée à deux fois cette marge, de sorte

que la différence initiale est à considérer comme une marge prise sur le niveau de rapport signal à bruit requis :  $\forall k$ ,  $\Delta_{\text{tak}} = 2 \cdot \text{marge}$ .

[0044] Ainsi, le niveau de rapport signal à bruit obtenu en fin d'itération sera compris entre le signal à bruit requis et cette valeur plus deux fois ladite marge.

[0045] Dans une première étape (11), on effectue le calcul de contrôle de puissance suivant le procédé unicellulaire pour toutes les stations de base qui ont une estimation d'interférence extra-cellulaire jugée excessive (soit  $\Delta_{\text{tak}} > \text{Marge}$ ). Pour ce faire, on utilise l'équation (3) en remplaçant dans la formule (4)  $N_0$  par  $N_0 + \text{lex\_upk}$  où  $\text{lex\_upk}$  (que nous noterons dans la présente section  $\text{lex\_oldk}$ ) est le niveau d'interférence extra-cellulaire dernièrement estimé. Autrement dit, l'étape (11) peut se résumer par:

$\forall k$  si  $\Delta_{\text{tak}} > \text{marge}$ ,  $\forall i$  tel que  $f(i) = k$  calculer  $P_{\text{tMi}}$  selon (3)

[0046] Dans une seconde étape (12), on calcule le nouveau niveau d'interférence extracellulaire  $\text{lex\_newk}$  pour toutes les stations de base à partir des valeurs de puissance de transmission  $P_{\text{tMi}}$  dernièrement calculées. On obtient ensuite l'erreur d'estimation comme la valeur absolue du logarithme du ratio  $\text{lex\_newk}/\text{lex\_oldk}$  où  $\text{lex\_oldk}$  est le niveau d'interférence précédent. Si cette erreur dépasse la marge jugée raisonnable, on rafraîchit le niveau  $\text{lex\_oldk}$  à la valeur  $\text{lex\_newk}$ , et une nouvelle itération sera effectuée pour cette station de base. Autrement dit, l'étape (12) peut se résumer par:

$\text{Fin} = 1;$

$$\forall k, \text{lex\_new}_k = \sum_{i, f(i)=k} P_{\text{tMi}} G_{i,k};$$

$$\forall k, \Delta_{\text{tak}} = \left| \ln \frac{\text{lex\_new}_k}{\text{lex\_old}_k} \right|;$$

$\forall k$ , If  $\Delta_{\text{tak}} > \text{marge}$  then  $\text{lex\_old}_k = \text{lex\_new}_k$ ,  $\text{Fin} = 0;$

où  $\text{Fin}$  est un drapeau d'arrêt.

[0047] La première boucle (simulation statique) s'arrête lorsque toutes les valeurs d'interférence extra-cellulaire sont stables à la marge près. Si la variation entre deux valeurs d'interférence extra-cellulaire consécutives pour une station de base quelconque excède la marge (c'est à dire si  $\text{Fin} = 0$ ) la boucle est itérée. Ce test d'arrêt ( $\text{Fin} = 1$  ?) est représenté en (13).

[0048] On notera que complexité de l'algorithme est une complexité en  $O(N)$ .

[0049] Lorsque les caractéristiques du système évoluent au cours du temps, par exemple si un mobile change de cellule ou si une liaison est interrompue/créée, il est souhaitable de procéder à une nouvelle évaluation des niveaux d'interférence extra-cellulaire. Le test de non variation des caractéristiques du système est représenté en (14). Si ces caractéristiques sont inchangées, l'algorithme se termine. Sinon la boucle décrite plus haut est itérée (simulation dynamique) avec des paramètres actualisés ( $f(i)$ ,  $\text{SNRI}$ ,  $G_{k,i}$ ) dans (15). Les niveaux d'interférence extra-cellulaire dernièrement estimés servent de valeurs initiales pour la nouvelle boucle.

[0050] Il est possible dans la première étape ci-dessus de tenir compte des valeurs minimale et maximale de puissance de transmission des mobiles. Cela peut être réalisé très simplement en remplaçant la valeur  $P_{\text{tMi}}$  hors intervalle par la valeur minimale, respectivement par la valeur maximale.

[0051] En outre, le procédé de contrôle de puissance peut supporter un réseau géré en mode soft handover.

[0052] Comme déjà indiqué plus haut le mode soft handover consiste, pour le lien montant, à recevoir par différentes stations de base le même signal émis par une station mobile. Les signaux reçus représentatifs du même signal émis peuvent être recombinaisonnés pour améliorer la qualité de la communication.

[0053] Diverses techniques de recombinaison existent. La plus courante consiste à effectuer la démodulation de chacun de ces signaux de manière indépendante, à sélectionner le signal qui a la meilleure qualité après démodulation (technique aussi appelée Selection Combining). Dans ce dernier cas, le signal transmis par la station mobile en situation de soft handover ne diffère pas de celui qu'il aurait dû transmettre en situation de non soft handover.

[0054] La diversité ajoutée en cours de soft handover peut néanmoins résulter en un niveau moindre de puissance



de transmission nécessaire pour assurer une certaine qualité de service. Ceci peut être facilement pris en compte en comptant un gain dans le SNR requis. Ce gain est cependant dépendant de l'environnement. Dans des environnements à forte diversité (large dispersion de retard du signal, diversité de réception, diversité de transmission,...), le gain additionnel est marginal et peut être négligé.

[0055] Selon un mode de réalisation de l'invention, on effectue un tri des liens qu'a une station de base avec les différentes stations mobiles. Les liens qui correspondent au meilleur lien d'une station mobile (parmi les liens de cette station mobile avec diverses stations de base) sont seuls pris en compte pour la détermination du contrôle de puissance unicellulaire. Les autres liens sont simplement considérés comme de l'interférence extra-cellulaire. La méthode de contrôle de puissance peut donc supporter le soft handover sans changer de principe.

[0056] Enfin, les calculs de niveaux de puissance peuvent être simplifiés si l'on ne tient compte, dans l'équation (1), uniquement des contributions des stations mobiles les plus fortement reçues par la station de base Bf(i) pour évaluer l'interférence extra-cellulaire. Dans ce cas l'équation (1) peut s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_t M_i * G_{i,f(i)}}{N_0 + (1 - \eta) \sum_{\substack{j \neq i \\ f(j) = f(i)}} P_t M_j * G_{j,f(i)} + \sum_{\substack{j \\ f(j) \neq f(i) \\ f(j) \in E(i)}} P_t M_j * G_{j,f(i)}}$$

où E(i) est l'ensemble des stations mobiles les plus fortement reçues de la station de base Bf(i). Les contributions hors de l'ensemble E(i) sont supposées nulles et n'interviennent plus dans le calcul.

[0057] La Fig. 5 illustre un système de télécommunication cellulaire composé d'une pluralité de cellules adjacentes, chaque station de base Bk servant une pluralité de mobiles Mi1, Mi2,..., Min,

[0058] Les liaisons considérées sont des liaisons descendantes.

[0059] La station de base Bk transmet des signaux utiles aux différents mobiles Mi1, Mi2,..., Min. Un mobile donné recevra un signal utile de sa station servante mais également des signaux interférents provenant des mobiles servis par d'autres stations de base. Une liaison entre un mobile Mi et sa station de base servante sera également affectée par les autres liaisons entre les autres mobiles de sa cellule et la station servante en raison de la non parfaite orthogonalité des signaux descendants transmis (interférence intra-cellulaire).

[0060] L'invention part de la constatation que l'on peut ramener le cas de plusieurs stations de base adjacentes au cas de plusieurs stations de base isolées à condition de pouvoir apprécier pour chaque mobile le niveau d'interférence extracellulaire produit par les stations de base autres que la station servante.

[0061] La même approche que pour la liaison montante peut être retenue. L'équation (5) peut alors être réécrite en remplaçant N0 par N0+lext\_downi où lext\_downi (que nous noterons dans la présente section lexti) est l'interférence extra-cellulaire reçue par le mobile Mi :

$$P_t B_{f(i),i} = \frac{\left( (\alpha - 1) P_t B_{f(i)} + \frac{N_0 + \sum_{\forall k} P_t B_k * G_{i,k}}{G_{i,f(i)}} \right) SNR_i}{(1 + \alpha SNR_i)} \quad (6)$$

[0062] De même que pour la liaison montante, la solution proposée par l'invention consiste en une détermination récursive du niveau d'interférence extra-cellulaire pour chaque mobile. A chaque étape, on suppose ces niveaux connus et l'on en déduit les valeurs de puissance des signaux PtBf(i),i selon l'équation (6). Puis, on utilise ces niveaux de puissance de transmission pour déterminer la valeur du niveau d'interférence effective reçue par chaque mobile. Ces étapes sont répétées tant que l'on observe une différence jugée excessive entre deux niveaux consécutifs d'interférence reçue par une station mobile.

[0063] La Fig. 6 illustre la méthode de détermination récursive du niveau d'interférence extra-cellulaire pour une liaison descendante.

[0064] La méthode de détermination débute par une étape d'initialisation (20).

[0065] Le niveau de puissance totale d'émission PtBk de chaque station de base est initialisé, par exemple à la valeur de puissance des signaux communs PtcBk ou à la valeur d'une précédente estimation. Autrement dit :  $\forall k, P_t B_k =$

PtcBk.

[0066] Le niveau d'interférence extra-cellulaire initial de chaque mobile en est ensuite déduit :

$$\forall i, \text{Iext\_old}_i = N_0 + \sum_k P_{tB_k} * G_{i,k} + (\alpha - 1) P_{tB_{f(i)}} G_{i,f(i)}$$

[0067] Une marge est également définie préalablement pour paramétrer la précision de la méthode récursive. La réduction de cette marge aura pour effet d'augmenter la fréquence d'itération et d'améliorer la précision de la convergence. La différence entre deux niveaux d'interférence extra-cellulaire devra être rendue être inférieure à cette marge. La différence de deux niveaux consécutifs d'interférence extra-cellulaire est initialisée à deux fois cette marge, de sorte que la différence initiale est à considérer comme une marge prise sur le niveau de rapport signal à bruit requis. Autrement dit :

$$\forall i, \text{Delta}_i = 2 * \text{marge}.$$

[0068] Ainsi, le niveau de rapport signal à bruit obtenu en fin d'itération sera compris entre le signal à bruit requis et cette valeur plus deux fois la marge.

[0069] Dans une première étape (21), on effectue le calcul de contrôle de puissance suivant le procédé unicellulaire pour toutes les stations mobiles qui ont une estimation d'interférence extra-cellulaire jugée excessive (soit  $\text{Delta}_i > \text{Marge}$ ). Pour ce faire on utilise l'équation (6) en remplaçant dans la formule (4)  $N_0$  par  $N_0 + \text{Iext\_down}_i$ , où  $\text{Iext\_down}_i$  (que nous noterons dans la présente section  $\text{Iext\_old}_i$ ) est le niveau d'interférence extra-cellulaire dernièrement estimé. Autrement dit, l'étape (21) peut se résumer par :

$$\forall i, \text{si } \text{Delta}_i > \text{marge calculer } P_{tB_i, f(i)} \text{ selon (6)}$$

[0070] Dans une seconde étape (22), on calcule dans un premier temps la puissance totale d'émission de chaque station de base à partir des valeurs  $P_{tB_f(i), i}$  (et des signaux communs) puis les nouveaux niveaux d'interférence extracellulaire  $\text{Iext\_new}_i$  pour toutes les stations mobiles à partir des valeurs de puissance de transmission  $P_{tM_i}$  dernièrement calculées. On obtient ensuite l'écart d'estimation comme la valeur absolue du logarithme du ratio  $\text{Iext\_new}_i / \text{Iext\_old}_i$  où  $\text{Iext\_old}_i$  est le niveau d'interférence précédent. Si cet écart dépasse la marge jugée raisonnable, on rafraîchit le niveau  $\text{Iext\_old}_i$  à la valeur  $\text{Iext\_new}_i$ , et une nouvelle itération sera effectuée pour cette station mobile. Autrement dit, l'étape (22) peut s'écrire :

$$\text{Fin} = 1;$$

$$\forall k, P_{tB_k} = P_{tcB_k} + \sum_{i, f(i)=k} P_{tB_{f(i), i}};$$

$$\forall i, \text{Iext\_new}_i = N_0 + \sum_k P_{tB_k} * G_{i,k} + [(\alpha - 1) P_{tB_{f(i)}} + \alpha P_{tB_{f(i), i}}] G_{i, f(i)};$$

$$\forall i, \text{Delta}_i = \left| \ln \frac{\text{Iext\_new}_i}{\text{Iext\_old}_i} \right|;$$

$$\forall i, \text{If } \text{Delta}_i > \text{marge then } \text{Iext\_old}_i = \text{Iext\_new}_i, \text{Fin} = 0;$$

où Fin est un drapeau d'arrêt.

[0071] La première boucle (contrôle statique) s'arrête lorsque toutes les valeurs d'interférence extra-cellulaire sont stables à la marge près. Si la variation entre deux valeurs d'interférence extra-cellulaire consécutifs d'une station mobile

quelconque excès la marge (c'est à dire si  $F_{in}=0$ ) la boucle est itérée. Ce test d'arrêt est représenté en (23).

[0072] On notera que la complexité de l'algorithme est là aussi une complexité en  $O(N)$ .

[0073] Lorsque les caractéristiques du système évoluent au cours du temps, par exemple si un mobile change de cellule ou si une liaison est interrompue/créée, il est souhaitable de procéder à une nouvelle évaluation des niveaux d'interférence extra-cellulaire. Le test de non variation des caractéristiques du système est représenté en (24). Si ces caractéristiques sont inchangées l'algorithme se termine. Sinon la boucle décrite plus haut est itérée (simulation dynamique) avec des paramètres actualisés ( $f(i)$ ,  $SNR_i$ ,  $G_{k,i}$ ) dans (25). Les niveaux de puissance totale des stations de base dernièrement estimés servent alors de valeurs initiales pour la nouvelle boucle.

[0074] Il est possible dans la seconde étape ci-dessus de tenir compte des valeurs minimale et maximale de puissance totale de transmission des stations de base. Cela peut être réalisé très simplement en remplaçant la valeur  $Pt_{Bk}$  hors intervalle par la valeur minimale, respectivement par la valeur maximale.

[0075] En outre, il est également possible dans la seconde étape ci-dessus de tenir compte des valeurs minimale et maximale de puissance dédiée de transmission  $Pt_{Bk,i}$  de toute station de base  $B_k$  vers une station mobile  $M_i$ . Cela peut être réalisé très simplement en remplaçant la valeur  $Pt_{Bk,i}$  hors intervalle par la valeur minimale, respectivement la valeur maximale.

[0076] En outre, le procédé de contrôle de puissance peut supporter un réseau géré en mode soft handover.

[0077] Le mode soft handover consiste, pour la liaison descendante, à recevoir par une station mobile le même signal émis par différentes stations de base. Les signaux reçus représentatifs du même signal émis peuvent être recombinaison pour améliorer la qualité de la communication. Le fait que dans que, dans la liaison descendante, le même récepteur reçoive les différents signaux permet une recombinaison plus judicieuse que dans la liaison montante, à savoir une recombinaison pondérée de tous ces signaux (technique aussi appelée Maximum Ratio Combining). Cette recombinaison est judicieusement implémentée dans le récepteur RAKE de la station mobile.

[0078] La propriété des récepteurs RAKE est que le rapport signal à bruit du signal recombinaison est égal à la somme des rapports signal à bruit des signaux utilisés pour la recombinaison.

[0079] On le voit, prendre en compte cette dernière contrainte impose de résoudre un problème légèrement différent du premier, à savoir :

$$SNR_i = \sum_{l \in AS_i} SNR_{i,l}$$

$$SNR_{i,l} = \frac{Pt_{B_{f(i),l}} * G_{i,f(i),l}}{N_0 + \alpha(Pt_{B_{f(i),l}} - Pt_{B_{f(i),l}})G_{i,f(i),l}} + \sum_{k \neq f(i)} Pt_{B_k} * G_{i,k}$$

où  $AS_i$  est la taille de l'ensemble des bases actives pour le mobile  $M_i$ . Si l'on suppose de plus que le réseau est à même de réaliser la fonction d'équilibre de puissance transmises par les diverses stations de base impliquées dans chaque handover, on peut réécrire :

$$\forall l \in AS_i, Pt_{B_{f(i),l}} = P_i$$

$$SNR_i = \sum_{l \in AS_i} SNR_{i,l}$$

avec

$$P_{total} = N_0 + \sum_k Pt_{B_k} * G_{i,k}$$

[0080] On remarquera que même exprimé de manière littérale dans sa forme la plus générale, le problème n'est plus linéaire (somme de fractions n'ayant pas le même dénominateur). Il peut cependant être résolu selon un mode avantageux de l'invention, en supposant que :

$$1 \gg \alpha SNR_{i,j}$$

[0081] Ceci revient à dire que le canal de transmission est peu perturbant en termes de préservation de l'orthogonalité, ou bien encore que le débit utilisé nécessite de faible SNR requis (du fait de l'étalement de spectre). On obtient alors

$$P_i = \frac{SNR_{i,j}}{G_{i,f(i,j)}} (P_{total} - (1 - \alpha) G_i P_t B_{f(i,j)})$$

$$SNR_i = \sum_{l \in AS_i} SNR_{i,l}$$

Soit directement

$$P_i = \frac{SNR_i}{\sum_{l \in AS_i} \frac{G_{i,f(i,l)}}{P_{total} - (1 - \alpha) G_i P_t B_{f(i,l)}}}$$

[0082] Enfin, comme pour la liaison montante, les calculs de niveaux de puissance peuvent être simplifiés si l'on ne tient compte dans l'équation (2), pour évaluer l'interférence extra-cellulaire, uniquement des contributions des stations de base les plus fortement reçues par la station mobile Mi. Dans ce cas l'équation (2) peut s'écrire :

$$SNR_i = \frac{P_t B_{f(i,j)} * G_{i,f(i)}}{N_o + \alpha (P_t B_{f(i)} - P_t B_{f(i,j)}) G_{i,f(i)} + \sum_{\substack{k \in f(i) \\ k \in E(i)}} P_t B_k * G_{i,k}}$$

où E(i) est l'ensemble des stations de base les plus fortement reçues de la station mobile Mi. Les contributions hors de l'ensemble E(i) sont supposées nulles et n'interviennent plus dans le calcul.

#### Annexe A

[0083] Ces équations peuvent être reformulées :

$$\sum_{j \in i} P_j - \frac{P_i}{SNR_i (1 - \eta)} = - \frac{N_o + I_{ext}}{(1 - \eta)} = L_i \quad (10)$$

[0084] Définissons à présent les matrices carrées NxN suivantes :

$$D = \begin{bmatrix} d_0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & d_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & d_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & d_{N-1} \end{bmatrix} \quad \text{avec} \quad d_i = -1 - \frac{1}{SNR_i(1-\eta)}$$

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

[0085] Résoudre le système d'équations (10) revient à trouver le vecteur  $\vec{P} = (P_0, P_1, \dots, P_{N-1})$  qui vérifie l'équation suivante :

$$(D + A) \circ \vec{P} = \vec{L}$$

soit

$$\vec{P} = (D + A)^{-1} \vec{L}$$

$$\vec{L} = \frac{N_o + I_{ext}}{(1-\eta)} (1, 1, \dots, 1)$$

[0086] Dans la plupart des cas,  $(D+A)$  peut être facilement inversée de la manière suivante :

$$(D + A)^{-1} = \left[ I - \frac{1}{1+S} D^{-1} \circ A \right] \circ D^{-1}$$

où

$$S = \sum_i \frac{1}{d_i}$$

[0087] Si l'on définit

$$\Sigma = \sum_j \frac{L_j}{d_j}$$

la solution ci-dessus s'exprime aussi selon :

$$P_i = \frac{1}{d_i} \left( L_i - \frac{\Sigma}{1+S} \right)$$

[0088] On remarque que  $L_i$  est le même  $\forall i$ , ce qui se réduit encore selon :

$$P_i = \frac{1}{d_i} \left( L_i - \frac{\Sigma}{1+S} \right)$$

soit :

$$P_i = \frac{N_o + I_{\text{ext}}}{(1-\eta) + 1/SNR_i} \left( \frac{1}{1+S} \right) = \frac{D_{\text{Factor}}}{(1-\eta) + 1/SNR_i}$$

## R revendications

1. Méthode de contrôle de puissance de signaux montants dans un système de télécommunication cellulaire à accès multiple par répartition de code comprenant une pluralité de stations de base  $B_k$  servant respectivement des cellules  $C_k$  ainsi qu'une pluralité de stations mobiles  $M_i$ , chaque station mobile  $M_i$  étant servie par au moins une station de base  $B_f(i)$ , chaque liaison montante entre une station mobile  $M_i$  et la station de base  $B_f(i)$  étant perturbée par un bruit comprenant une interférence extra-cellulaire générée par les signaux montants de stations mobiles situées à l'extérieur de la cellule  $C_f(i)$  et une interférence intra-cellulaire générée par les signaux montants de stations mobiles  $M_j$ ,  $j \neq i$  situées à l'intérieur de la cellule  $C_f(i)$

ladite méthode étant **caractérisée** par les étapes suivantes :

(a) pour chaque station de base  $B_k$ , initialisation du niveau d'interférence extra-cellulaire  $\text{lext\_up},k$  à une valeur prédéterminée;

(b) pour chaque station mobile  $M_i$ , calcul du niveau de puissance  $P_{tMi}$  du signal montant permettant à la liaison montante entre ladite station mobile et la station de base servante  $B_f(i)$  de garantir un rapport signal/bruit  $SNR_i$  prédéterminé étant donné le niveau courant d'interférence extra-cellulaire  $\text{lext\_up},f(i)$  de la cellule  $C_f(i)$  ;

(c) pour chaque station de base  $B_k$ , évaluation du niveau d'interférence extra-cellulaire  $\text{lext\_up},k$  de la cellule  $C_k$  en fonction des niveaux courants de puissance  $P_{tMi}$  des signaux montants émis par des stations mobiles situées à l'extérieur de la cellule  $C_k$  ;

les étapes (b) et (c) étant itérées tant que l'écart entre deux niveaux consécutifs d'interférence extra-cellulaire d'une quelconque cellule  $C_k$  excède une valeur de marge prédéterminée.

2. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'à l'étape (b)** le calcul du niveau de puissance  $P_{tMi}$  des stations mobiles  $M_i$  servies par une station de base  $C_f(i)$  n'est pas effectué si l'écart entre le niveau courant et le niveau précédent d'interférence extra-cellulaire  $\text{lext\_up},f(i)$  de la cellule  $C_f(i)$  est inférieur à ladite valeur de marge.
3. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 2, **caractérisée en ce qu'à l'étape (b)** les niveaux d puissance  $P_{tMi}$  sont limités à une valeur maximale et à une valeur minimale.
4. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 2 ou 3, **caractérisée en ce qu'à l'étape (c)** le niveau courant d'interférence extra-cellulaire d'une cellule  $C_k$  n'est pas rafraîchi à la valeur nouvellement évaluée si l'écart entre la valeur nouvellement évaluée et la valeur précédente est inférieure à ladite valeur de marge.
5. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce qu'à l'étape (a)**, la différence entre deux valeurs consécutives d'interférence extra-cellulaire est initialisée au double de ladite valeur

de marge.

6. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le calcul du niveau de puissance  $PtMi$  de l'étape (b) est effectué selon la formule suivante:

$$PtMi = \frac{1 \cdot SNR_i \cdot D_{factor}}{G_{i,f(i)} \cdot 1 + (1-\eta) \cdot SNR_i}$$

où

$$D_{factor} = \frac{N_0 + I_{ext\_up, f(i)}}{1 - \sum_j 1/d_j} \text{ avec } d_j = 1 + \frac{1}{(1-\eta) \cdot SNR_j}$$

$\eta$  étant le facteur de réduction d'interférence intra-cellulaire

$G_{i,f(i)}$  étant le facteur d'atténuation de la liaison montante de  $M_i$  vers  $B_{f(i)}$

$N_0$  étant le niveau de puissance du bruit de fond

et que l'évaluation du niveau d'interférence extra-cellulaire  $I_{ext\_up,k}$  de l'étape (c) est effectuée selon la formule:

$$I_{ext\_up,k} = \sum_{\forall i, f(i) \neq k} PtMi \cdot G_{i,k}$$

où  $G_{i,k}$  est le facteur d'atténuation de la transmission du mobile  $M_i$  à la station de base  $B_k$

7. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** dans le calcul de  $I_{ext\_up,k}$  seuls les termes correspondant aux stations mobiles les plus interférentes sont pris en compte.

8. Méthode de contrôle de puissance selon une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la boucle d'itération des étapes (b) et (c) est elle-même itérée lorsqu'une caractéristique d'une liaison montante entre une station mobile  $M_i$  et sa station de base servante  $B_{f(i)}$  est modifiée ou lorsqu'un mobile change de station servante.

9. Méthode de contrôle de puissance de signaux descendants dans un système de télécommunication cellulaire à accès multiple par répartition de code comprenant une pluralité de stations de base  $B_k$  servant respectivement des cellules  $C_k$  ainsi qu'une pluralité de stations mobiles  $M_i$ , chaque station mobile  $M_i$  étant servie par au moins une station de base  $B_{f(i)}$ , chaque liaison descendante entre la station de base  $B_{f(i)}$  et une station mobile  $M_i$  étant perturbée par un bruit  $I_{ext\_down,i}$  comprenant une interférence extra-cellulaire générée par les signaux descendants de stations de base  $B_k$ ,  $k \neq f(i)$  et une interférence intra-cellulaire générée par les signaux descendants de la station de base  $B_{f(i)}$  à destination de stations mobiles  $M_j$ ,  $j \neq i$ ,

ladite méthode étant **caractérisée par** la succession des étapes suivantes :

(a) pour chaque station de base  $B_k$ , initialisation du niveau  $PtBk$  de puissance totale émise par la station de base  $B_k$ , à une valeur prédéterminée;

(b) pour chaque station mobile  $M_i$ , initialisation du niveau de bruit reçu  $I_{ext\_down,i}$  en fonction des niveaux de puissance totale  $PtBk$ ;

(c) pour chaque station mobile  $M_i$ , calcul du niveau de puissance  $PtB_{f(i),i}$  du signal descendant que doit émettre la station de base  $B_{f(i)}$  à destination de la station mobile  $M_i$  pour permettre à la liaison descendante entre ladite station de base et ladite station mobile de garantir un rapport signal/ bruit  $SNR_i$  prédéterminé, étant donné les niveaux courants de puissance totale  $PtBk$ ;

(d) pour chaque station mobile  $M_i$ , évaluation du niveau  $I_{ext\_down,i}$  de bruit reçu en fonction des niveaux courants de puissance  $PtB_{f(k),k}$ ,  $k \neq i$ ;

les étapes (c) et (d) étant itérées tant que l'écart entre deux niveaux consécutifs de bruit reçu par un quelconque mobile  $M_i$  excède une valeur de marge prédéterminée.

10. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 9, caractérisée en ce que en ce qu'à l'étape (c) le calcul du niveau de puissance  $PtBf(i),i$  du signal descendant que doit émettre la station de base  $Bf(i)$  à destination de la station mobile  $Mi$  n'est pas effectué si l'écart entre le niveau courant et le niveau précédent du bruit reçu par la station mobile  $Mi$  est inférieur à ladite valeur de marge.
11. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'à l'étape (c) les niveaux de puissance  $PtBk$  sont limités à une valeur minimale et à une valeur maximale.
12. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 10, caractérisée en ce qu'à l'étape (c) les niveaux de puissance  $PtBk,i$  sont limités à une valeur minimale et à une valeur maximale.
13. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisée en ce qu'à l'étape (d) le niveau  $l_{ext\_down,i}$  de bruit reçu n'est pas rafraîchi à la valeur nouvellement évaluée si l'écart entre la valeur nouvellement évaluée et la valeur précédente est inférieure à ladite valeur de marge.
14. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisée en ce que qu'à l'étape (a), la différence entre deux valeurs consécutives d'interférence extra-cellulaire est initialisée au double de ladite valeur de marge.
15. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisée en ce que le calcul du niveau de puissance  $PtBf(i),i$  de l'étape (c) est effectué selon la formule suivante:

$$PtBf(i),i = \frac{\left( (\alpha - 1)PtBf(i) + \frac{No + \sum_k PtB_k * G_{i,k}}{G_{i,f(i)}} \right) SNR_i}{(1 + \alpha SNR_i)}$$

où  $\alpha$  est un facteur d'orthogonalité des signaux émis par une même base  
 et  $G_{i,k}$  est le facteur d'atténuation de la liaison entre le mobile  $Mi$  et la base  $Bk$   
 $No$  est le niveau de puissance du bruit de fond  
 $PtB_k$  est la puissance totale émise par la base  $k$

et en ce que le calcul du niveau de bruit  $l_{ext\_down,i}$  de l'étape (d) est effectué selon la formule suivante :

$$l_{ext\_down,i} = No + \sum_k PtB_k * G_{i,k} + ((\alpha - 1)PtBf(i) + \alpha PtBf(i),i) G_{i,f(i)}$$

avec

$$PtB_k = PtcB_k + \sum_{i,f(i)=k} PtBf(i),i$$

où  $PtcB_k$  est la puissance transmise par la station de base  $Bk$  sur le canal commun

16. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 15, caractérisée en ce que dans le calcul de  $l_{ext\_down,i}$  seuls les termes correspondant aux stations de base les plus interférentes sont pris en compte.
17. Méthode de contrôle de puissance selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la boucle d'itération des étapes (c) et (d) est elle-même itérée lorsqu'une caractéristique d'une liaison descendante entre une station mobile de base  $Bf(i)$  servant une station mobile  $Mi$  est modifiée ou lorsqu'un mobile change de station servante.



18. Méthode de contrôle de puissance selon la revendication 10, caractérisée en ce qu' si une station mobile  $M_i$  est servie par un sous-ensemble  $S_{Bi}$  de stations de base  $B_f(i,l)$  les signaux reçus de ces dites stations de base sont recombinaés dans un récepteur RAKE et qu'à l'étape (c) les puissances d'émission  $P_{tB_f(i,l),i}$  des signaux descendants émis par les stations de base  $B_f(i,l)$  à destination de la station mobile  $M_i$  sont choisies égales avec

$$P_{tB_f(i,l),i} = P_i = \frac{SNR_i}{\sum_{l \in S_{Bi}} \frac{G_{i,f(i,l)}}{P_{total}(i) - (1-\alpha)G_{i,f(i,l)}P_{tB_f(i,l)}}}$$

où  $P_{tB_f(i,l)}$  est la puissance totale émise par la station  $B_f(i,l)$   
et

$$P_{total}(i) = N_0 + \sum_k P_{tB_k} * G_{i,k}$$

est la puissance totale reçue par le mobile  $M_i$   
 $N_0$  est le niveau de puissance du bruit de fond  
 $G_{i,k}$  est le facteur d'atténuation de la liaison de la station de base  $B_k$  vers le mobile  $M_i$   
 $\alpha$  est un facteur d'orthogonalité des signaux émis par une même base

19. Méthode de contrôle de niveau de signaux d'émission dans un système de télécommunication comprenant un pluralité d'émetteurs  $E_i$  et une pluralité de récepteurs  $R_j$ , chaque récepteur  $R_j$  pouvant recevoir des signaux émis par un sous-ensemble  $S_j$  d'émetteurs et chaque canal de transmission  $L_{ij}$  entre un émetteur  $E_i$  et un récepteur  $R_j$  pouvant être perturbé par une transmission sur un canal quelconque  $L_{kl}$  avec  $(k,l) \neq (i,j)$ , la perturbation étant proportionnelle à la puissance  $E_{kl}$  transmise sur ce canal, le niveau de signal  $R_{ij}$  reçu par le récepteur  $R_j$  en provenance de l'émetteur  $E_i$  pouvant alors s'exprimer par :

$$R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + \sum_{k,l \in S_j} G_{kl}^{ij} E_{kl} + N_0$$

soit encore  $R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + Ext_{i,j} + N_0$

où  $G_{ij}$  est l'atténuation sur le canal  $L_{ij}$  et  
 $G_{kl}^{ij}$  est le coefficient de couplage entre le canal  $L_{kl}$  et le canal  $L_{ij}$   
 $N_0$  est le bruit de fond  
 $Ext_{i,j}$  est l'interférence sur le canal  $L_{ij}$

la méthode étant caractérisée par les étapes suivantes :

- initialisation des valeurs  $Ext_{i,j}$  à une valeur prédéterminée
- calcul des valeurs  $E_{ij}$  permettant de garantir un rapport signal/bruit  $SNR_{ij}$  donné sur le canal  $L_{ij}$  étant donné les niveaux d'interférence  $Ext_{i,j}$  ;
- évaluation des niveaux d'interférence  $Ext_{i,j}$  sur les canaux  $L_{ij}$  en fonction des niveaux de puissance d'émission  $E_{kl}$  ;

les étapes (b) et (c) étant itérées tant que pour un canal quelconque  $L_{ij}$  l'écart entre deux niveaux d'interférence consécutifs  $Ext_{i,j}$  est supérieur à une valeur de seuil.

20. Méthode de contrôle de niveau de signaux d'émission dans un système de télécommunication comprenant un pluralité d'émetteurs  $E_i$  et une pluralité de récepteurs  $R_j$ , chaque récepteur  $R_j$  pouvant recevoir des signaux émis par un sous-ensemble  $S_j$  d'émetteurs et chaque canal de transmission  $L_{ij}$  entre un émetteur  $E_i$  et un récepteur  $R_j$  pouvant être perturbé par une transmission sur un canal quelconque  $L_{kl}$  avec  $(k,l) \neq (i,j)$ , la perturbation étant proportionnelle à la puissance  $E_{kl}$  transmise sur ce canal, le niveau de signal  $R_{ij}$  reçu par le récepteur  $R_j$  en provenance de l'émetteur  $E_i$  pouvant alors s'exprimer par

$$R_{ij} = G_{ij} E_{ij} + \sum_{\substack{k \in S_j \\ (k,j) \neq (i,j)}} G_{kj}^{ij} E_k + \sum_{k \in S_j} G_{kj}^{ij} E_k + N_0$$

5 soit encore

$$R_{ij} = \left[ G_{ij} E_{ij} + \sum_{\substack{k \in S_j \\ (k,j) \neq (i,j)}} G_{kj}^{ij} E_k + N_0 \right] + Extra_{i,j}$$

10

où  $G_{ij}$  est l'atténuation sur le canal  $L_{ij}$   
 et  $G_{kj}^{ij}$  est le coefficient de couplage entre le canal  $L_{ki}$  et le canal  $L_{ij}$   
 $N_0$  est le niveau de puissance du bruit de fond  
 15  $Extra_{i,j}$  est l'interférence sur le canal  $L_{ij}$  due aux émetteurs hors de  $S_j$

la méthode étant caractérisée par les étapes suivantes :

- 20 (a) initialisation des valeurs  $Extra_{i,j}$  à une valeur prédéterminée  
 (b) calcul des valeurs  $E_{ij}$  permettant de garantir un rapport signal/bruit  $SNR_{ij}$  donné sur le canal  $L_{ij}$  étant donné les niveaux d'interférence  $Extra_{i,j}$  ;  
 (c) évaluation des niveaux d'interférence  $Extra_{i,j}$  sur les canaux  $L_{ij}$  en fonction des niveaux de puissance d'émission  $E_{ki}$  ;  
 les étapes (b) et (c) étant itérées tant que pour un canal quelconque  $L_{ij}$  l'écart entre deux niveaux d'interférence  
 25 consécutifs  $Extra_{i,j}$  est supérieur à un seuil prédéterminé.

30

35

40

45

50

55

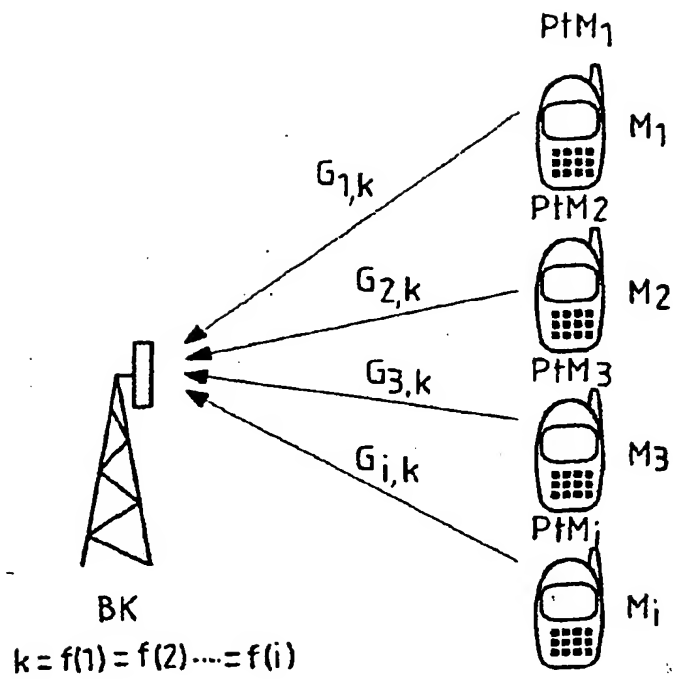


Fig. 1

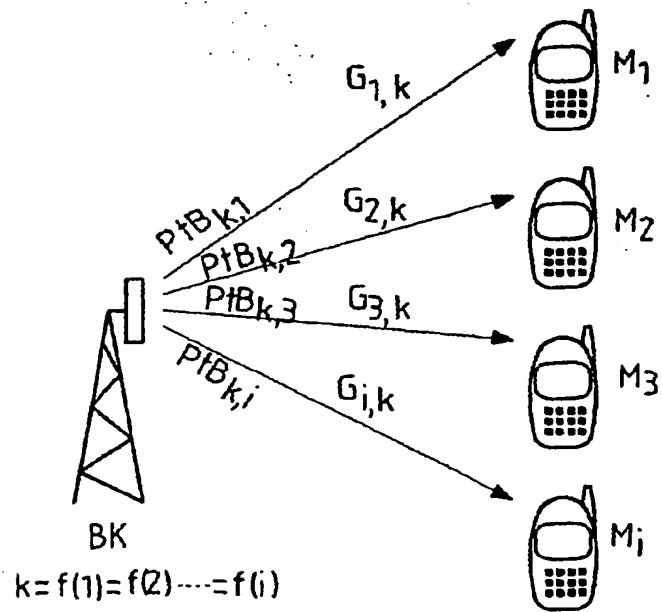


Fig. 2

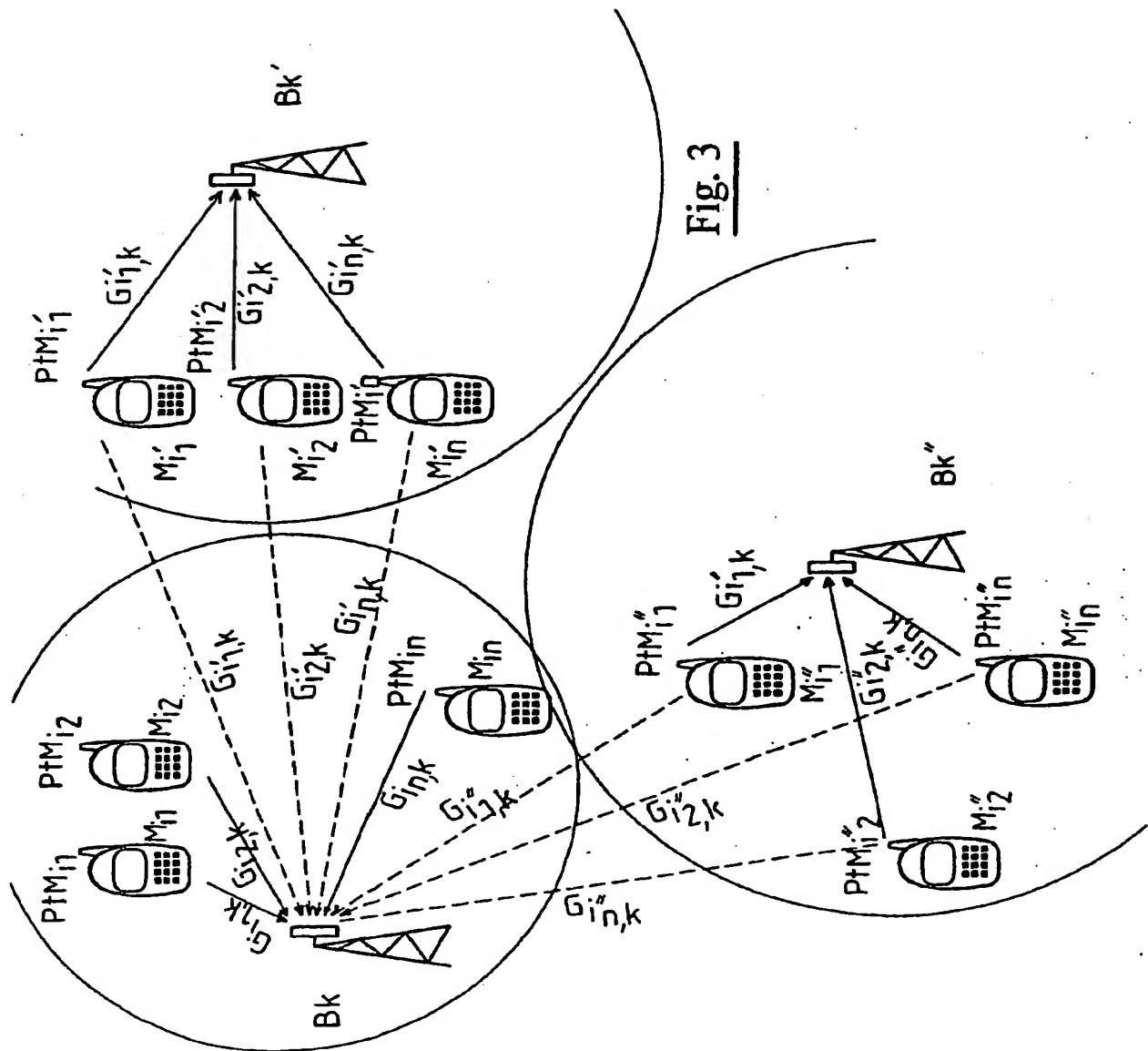


Fig. 3

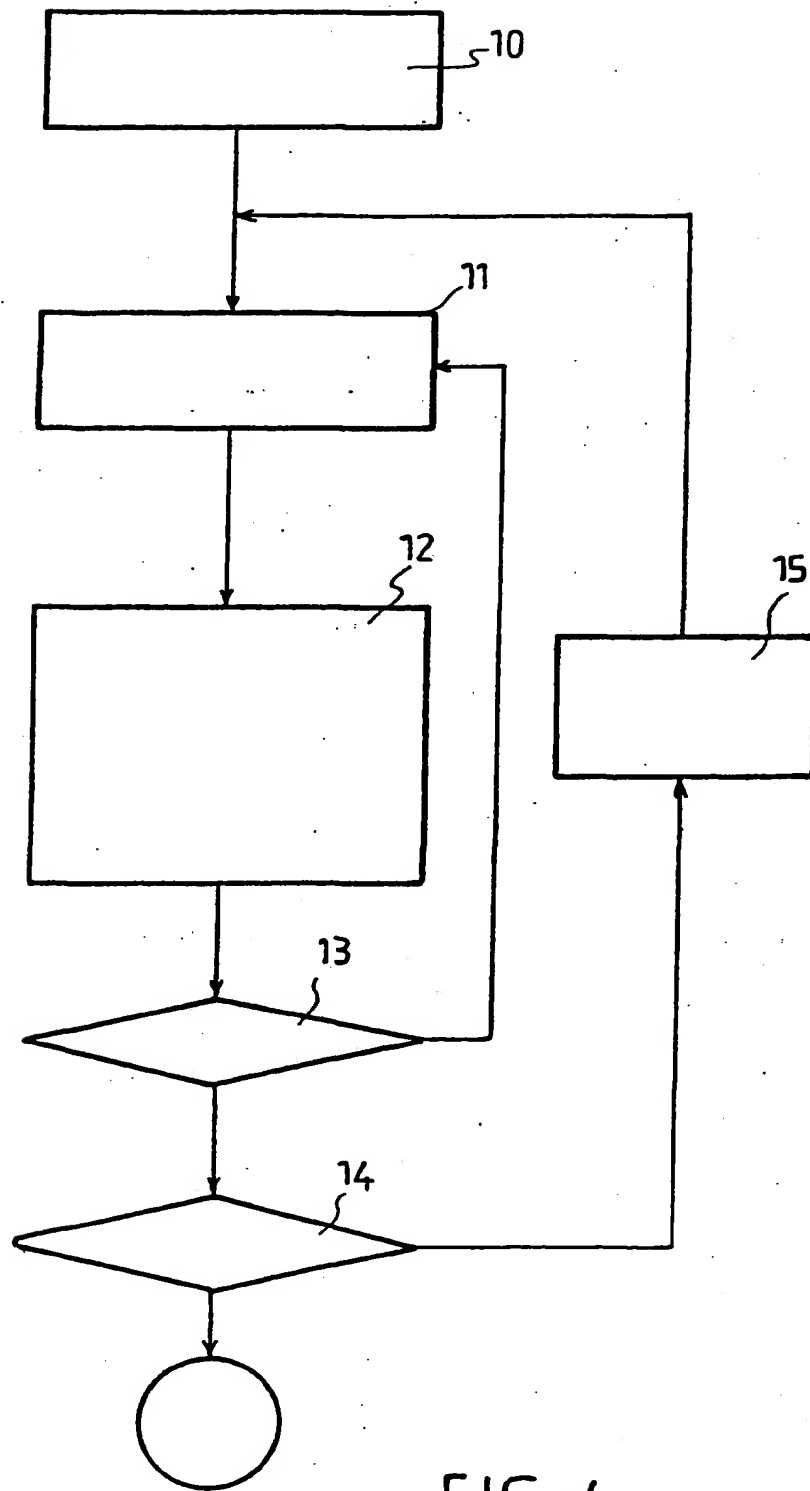


FIG. 4

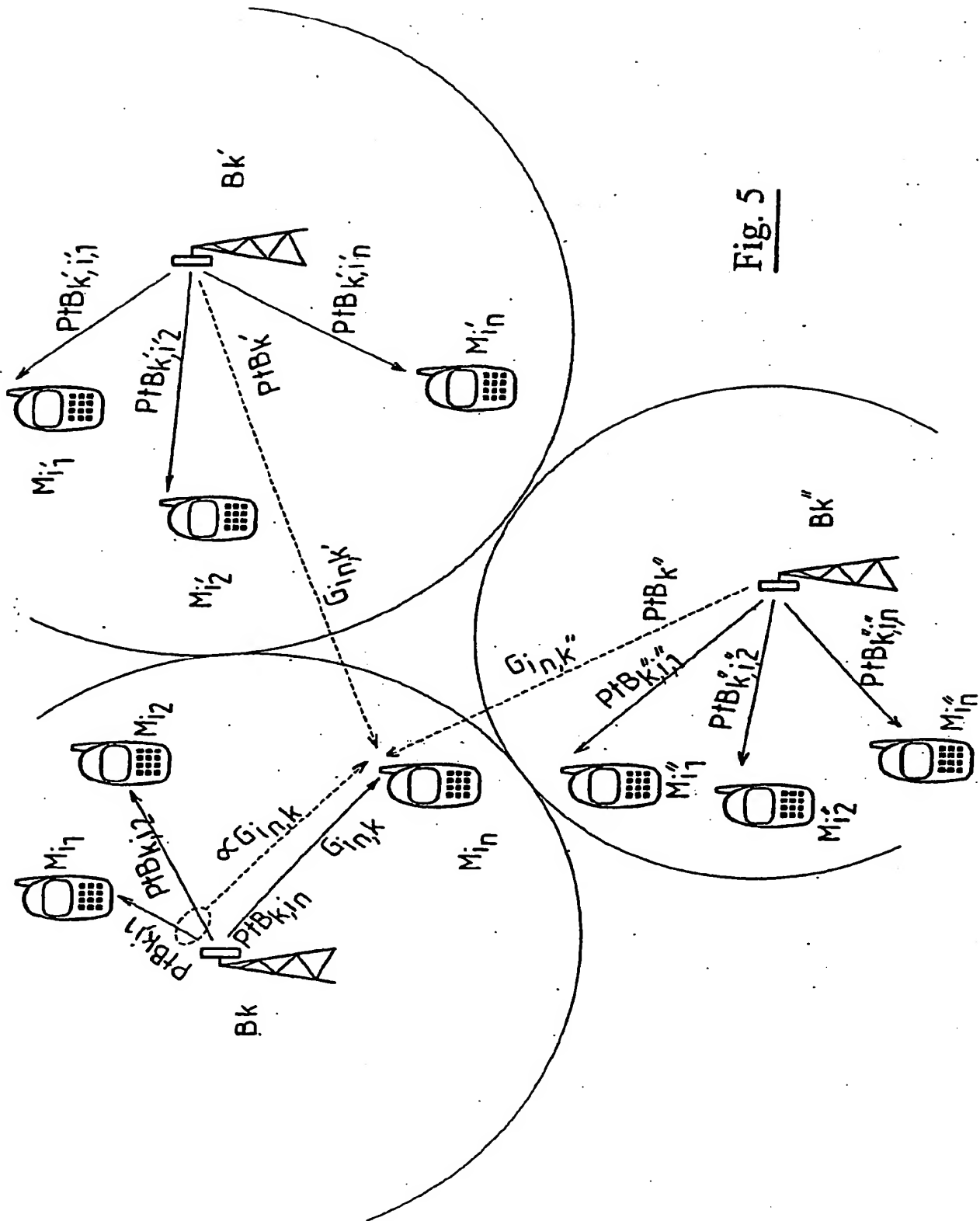


Fig. 5

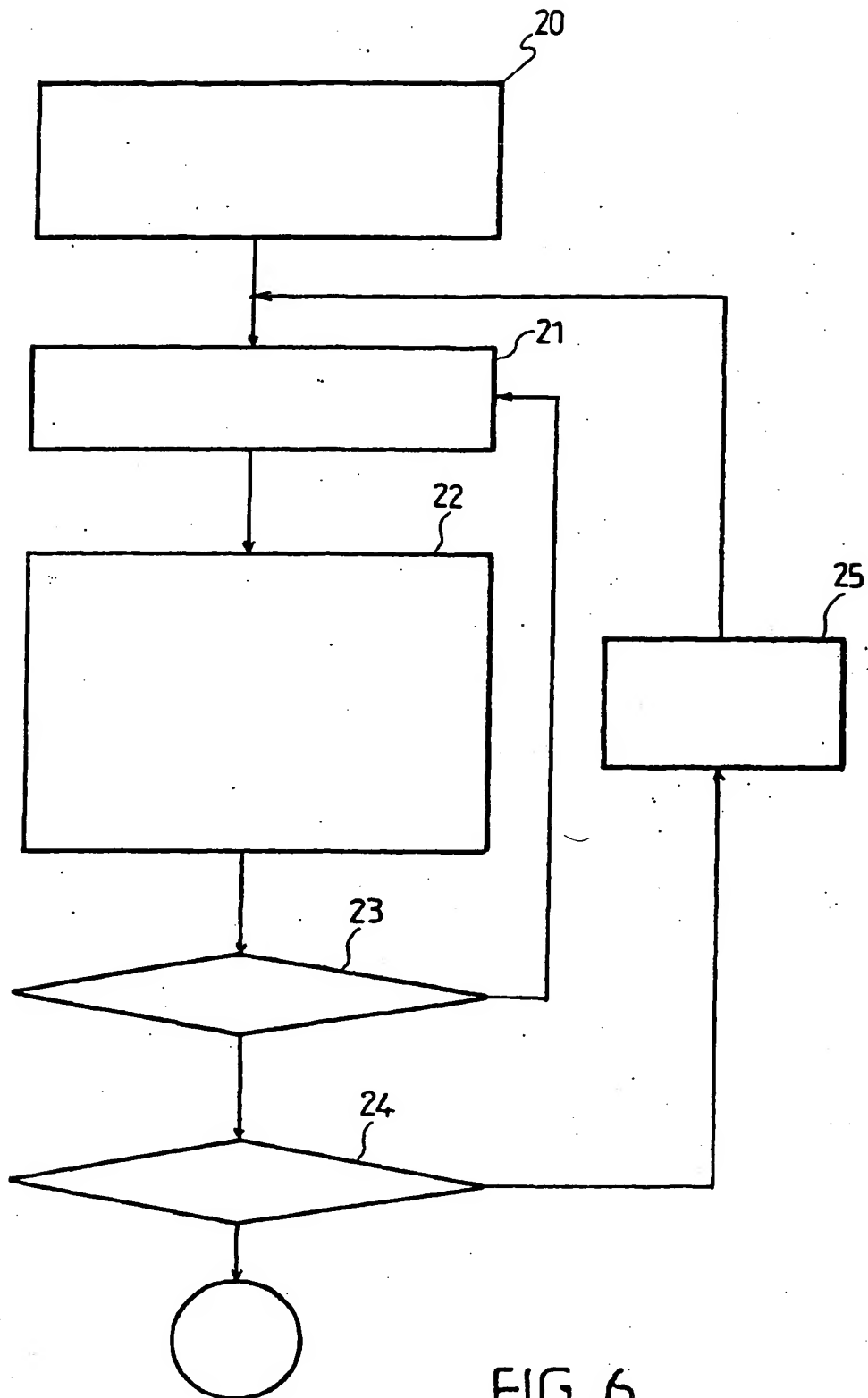


FIG. 6



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 0995

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A,D	KIM D: "DOWNLINK POWER ALLOCATION AND ADJUSTMENT FOR CDMA CELLULAR SYSTEMS" IEEE COMMUNICATIONS LETTERS,US,IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY,US, vol. 1, no. 4, 1 juillet 1997 (1997-07-01), pages 96-98, XP000695213 ISSN: 1089-7798 * abrégé * * alinéas '0011!,'0111! *	1,9,19, 20	H04B7/005
A	DONG DO LEE ET AL: "OTHER-CELL INTERFERENCE WITH POWER CONTROL IN MACRO/MICROCELL CDMA NETWORKS" IEEE VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE,US,NEW YORK, IEEE, vol. CONF. 46, 28 avril 1996 (1996-04-28), pages 1120-1124, XP000593133 ISBN: 0-7803-3158-3 * abrégé * * alinéas '0011!,'0111! *	1,9,19, 20	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
A	LU Y ET AL: "PERFORMANCE EVALUATION OF UNIFYING POWER CONTROL, ERROR CORRECTION CODING AND SCHEDULING FOR A DS CDMA DOWNLINK SYSTEM" IEEE PACIFIC RIM CONFERENCE ON COMMUNICATIONS, COMPUTERS AND SIGNAL PROCESSING,US,NEW YORK, NY: IEEE, 20 août 1997 (1997-08-20), pages 501-505, XP000852218 ISBN: 0-7803-3906-1 * abrégé * * alinéas '0011!,'0111! *	1,9,19, 20	H04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 août 2001</b>	Examinateur <b>Lustrini, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1500 03.98 (P04092)





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 01 40 0995

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (INCL.7)
A	WO 93 07702 A (QUALCOMM INC) 15 avril 1993 (1993-04-15) * abrégé * * page 11, ligne 19 - page 13, ligne 21 * -----	1,9,19,20	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (INCL.7)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>1 août 2001</b>	Examineur <b>Lustrini, D</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : artère-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 (03.02.92) (P.04/08)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 0995

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier Informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

01-08-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets(s)	Date de publication
WO 9307702 A	15-04-1993	US 5267262 A	30-11-1993
		AT 200371 T	15-04-2001
		AU 654891 B	24-11-1994
		AU 3054392 A	03-05-1993
		BG 61417 B	31-07-1997
		BG 98704 A	31-05-1995
		BR 9206606 A	14-11-1995
		CA 2120768 A	15-04-1993
		DE 69231769 D	10-05-2001
		EP 0607359 A	27-07-1994
		FI 941637 A	08-06-1994
		HU 69842 A, B	28-09-1995
		IL 103368 A	19-01-1996
		JP 2935896 B	16-08-1999
		JP 7502631 T	16-03-1995
		KR 179403 B	15-05-1999
		MX 9205759 A	01-04-1993
		NO 941264 A	08-06-1994
		ZA 9207539 A	07-07-1993

EPO FORM POU/81

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82